Ὁ κάλλιστος περίπλοος

" Le plus beau des périples "

Jean-Marie SÉITE
Mélanie THOMAS



L'îlot du Gargalo, point de départ de l'expédition Kalliste Peripli.

Récit d'un tour de Corse en bateau placé sous les auspices de l'histoire, de l'image et de la géomatique.

Introduction

Si l'on y regarde bien, notre aventure commence vraiment en 380 av. J.-C., face aux Colonnes d'Hercule, l'actuel détroit de Gibraltar, lorsque le navire armé par Philippe II de Macédoine, le père d'Alexandre le Grand, entame le tour complet des côtes méditerranéennes. Ainsi débute l'une des plus extraordinaires aventures scientifiques de l'Antiquité : une expédition maritime réalise un inventaire complet du littoral méditerranéen. Cette circumnavigation dure douze ans et l'ouvrage rédigé au cours de ce voyage, qui est à la fois un traité de géographie de cette mer intérieure et le premier manuel de navigation, puisqu'il détaille toutes les indications nautiques essentielles, sera baptisé *« le périple de Scylax de Caryanda »*, probablement en référence à celui qui, en 508 av. J.-C., à la recherche du passage entre la mer Rouge et la Méditerranée, appareilla depuis l'Inde pour rejoindre la Grèce.

Plus de deux millénaires après cette expédition, le temps de la découverte est révolu, mais pas celui de la connaissance. Seuls les paysages les plus spectaculaires sont filmés, photographiés, médiatisés et étudiés jusqu'à plus soif, tandis que de nombreux autres restent dans l'ombre. Alors, si cet espace complexe et fragile, situé à l'articulation entre notre milieu et le monde du silence, est un sujet de débats passionnés, son appréciation est souvent fantasmatique. Le littoral corse n'échappe pas à la règle, il cristallise tous les enjeux actuels où s'opposent des visions contradictoires : espace fragile à préserver des convoitises pour certains, opportunité de développement laissée en friche pour d'autres, il passe pour le mieux préservé de toutes les côtes françaises. En sommes-nous si sûrs ? Notre connaissance est-elle suffisante pour avoir un avis pertinent sur leur préservation, sur leur développement ? C'est parce que la réponse ne nous est pas apparue clairement que nous avons décidé d'établir l'inventaire exhaustif de cette limite terre/mer.

Cet état des lieux constitue l'un des éléments de la chaîne des études scientifiques passées, en cours, ou à venir sur le littoral corse. Réalisé sous forme d'un film et de photographies dressant un tableau complet du paysage vu de la mer, il complète un ensemble de données existantes : photographies aériennes, cartes terrestres et *marines*,

relevés bathymétriques, documents historiques, études floristiques et faunistiques, études et cartes géologiques. Ce plan séquence de quarante heures et ces dix mille photographies offrent aux générations présentes et futures une base de données objective, constituée d'images datées et géolocalisées qui vont nourrir le débat actuel et pourront, à l'avenir, servir de points de comparaison. Demain, ou dans deux cents ans, lorsque nos enfants auront besoin d'une image du littoral corse en 2010, ils pourront puiser dans ce fonds destiné à tous, aussi bien aux professionnels de l'aménagement et de la protection des sites, qu'au grand public.



Le littoral corse, composé de multiples petites criques, constitue un écosystème fragile et parfois menacé par les intérêts économiques.

Pour réaliser ce projet, la société *Éco-Terre-Développement*, qui finance l'opération, a rassemblé une équipe composée de spécialistes dans des domaines très variés, mêlant les sciences de la nature, les sciences humaines et le domaine artistique : géomètre-topographe, photographe, vidéaste, marin, architecte, urbaniste, artiste. De ce mélange sont nés des échanges passionnants, nourris par la diversité des regards portés sur le paysage et l'évidence que cette expédition n'aurait pu être réalisée sans ces savoir-faire différents et complémentaires. L'opposition entre *« sciences dures »* et *« sciences molles »* n'avait pas sa place sur le bateau : chacun était indispensable à la bonne marche du projet.

L'équipe était prête pour ce tour de Corse vu de la mer baptisé *Kalliste Peripli* **1**. Mais avant d'embarquer, un important travail de préparation était nécessaire.

Le trait de côte

Pour élaborer le parcours, il faut connaître le contour exact de la Corse : cette information permet de fixer le trajet suivi par le bateau. Pour le déterminer, il faut préalablement définir le tracé du rivage, c'est-à-dire la ligne qui sépare la terre de la mer. On l'appelle *« trait de côte »*, il correspond à *« la laisse des plus hautes mers, dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120, et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent du large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer) »*. Sa longueur est déterminée par l'échelle de la carte qui le représente : plus la carte est détaillée plus le trait de côte est long **2**. Sur une carte très précise, si l'on calcule le tour de chaque rocher, de chaque grain de sable, la longueur du trait de côte peut être augmentée à l'infini. Au 1::25 000, le littoral corse mesure 821 milles marins soit 1 520 kilomètres.

Nous avons utilisé la cartographie *HistoLitt*, fruit d'une collaboration entre le *Service Hydrographique et Océanographique de la Marine* (SHOM) et de l'*Institut Géographique Nationale* (IGN). Depuis 2007, ce produit couvre toute la France métropolitaine en RGF93 ou Lambert II étendu, mais ne comporte aucune information hypsométrique. Sa précision, en grande partie décamétrique, voire pire dans certaines zones comme les côtes molles (lidos, plages et cordons dunaires), ne le destine pas à être utilisé au-delà du 1::25 000. Son principal attrait est sa gratuité : le trait de côte *HistoLitt* est disponible en ligne sur les sites de l'IGN et du SHOM, sous différents formats : *GéoConcept*, *DXF*, *MapInfo* et *ShapeFile*. Le format que nous avons choisi est le DXF car il nous a permis de dessiner l'itinéraire du bateau sous *AutoCAD*.

La distance à la côte

Des essais visant à tester en conditions réelles la vitesse du bateau, la distance à la côte et le matériel de tournage ont été menés dans la baie de Galeria les 14 et 15 novembre 2009. Ils nous ont permis de simuler trois configurations de tournage : en caméra fixe, à l'épaule et stabilisée par *Steadycam* ; le bateau naviguait à des vitesses variant de trois à douze nœuds, à des distances

1. Καλλιστος, kallistos, superlatif de kalos signifie *« le plus beau »*, substantivé en hê kallistê (nêsos) *« (l'île) la plus belle »*, nom que donnaient les Grecs anciens à la Corse ; περιπλειν, periplein, signifie *« naviguer autour, faire le tour en bateau »*.
2. Cas classique d'objet fractal (cf. les travaux de B. Mandelbrot, récemment décédé).

d'environ 50 à 500 mètres de la côte. Les focales utilisées ont été testées avec des variations de réglage de 60 %. Les résultats montrent qu'une focale normale permet d'avoir des images suffisamment précises du littoral et d'observer les points remarquables situés en retrait. Dans ce cas, la meilleure distance est de 300 m. Subsidiairement, cet éloignement autorise une navigation à



Le contour de la Corse (son « trait de côte ») selon les données de la base HistoLitt™, co-édition du SHOM et de l'IGN.

dix nœuds, car les limitations de vitesse à trois et cinq nœuds, en vigueur à proximité de la côte, ne s'appliquent plus.

Le tracé théorique

Le point de départ du périple est l'îlot du Gargalo, la terre la plus à l'Ouest de la Corse. Nous avons choisi d'effectuer notre cabotage dans le sens des aiguilles d'une montre en raison des courants marins et en hommage au périple de Scylax de Caryanda. Le port le plus proche de notre point de départ est Girolata. Ce petit hameau niché au fond d'une anse n'est accessible que par la mer ou après deux heures de marche. C'est là, au bout du bout du monde, dans un décor somptueux et une mer démontée que Jean-François, le capitaine du port et Serge, le pêcheur, transportent l'équipage et le matériel depuis un ponton accessible par la route, situé de l'autre côté de la baie.

Le parcours du bateau se situant à trois cents mètres au large, sa longueur est réduite par rapport à celle du trait de côte puisque la trajectoire est lissée par l'éloignement. Le bateau ne suit pas l'intégralité des découpes du littoral, ne s'engage pas dans des criques de faible largeur puisqu'il ne pourrait y maintenir son écartement. L'économie de ces tours et détours est loin d'être négligeable, puisque le calcul de l'itinéraire donne un résultat de 410 milles marins pour un trait de côte de 820 milles marins, soit une réduction de moitié de la distance à couvrir.

Le trajet est établi en recoupant trois tracés établis différemment, puis en retenant la meilleure solution pour chaque point créé. Le premier tracé correspond à une ligne brisée sensiblement parallèle au trait de côte située à trois cents mètres au large ; le second s'obtient en dressant des cercles de six cents mètres de diamètre dont le centre se situe sur le trait de côte, puis en traçant un chemin décalé tangent aux cercles. Ce travail est complété par le dessin de cercles de 300 mètres de diamètre, osculateurs du trait de côte, puis, comme précédemment, en créant un autre chemin tangent aux cercles. Grâce à ces méthodes, nous obtenons un chemin moyen interpolant la meilleure position possible du trait de côte décalé.

Le tracé appliqué

La création du chemin idéal suppose de ponctuer notre route de *waypoints*, c'est-à-dire de points de passage et de changement de direction qui sont lus directement sur un traceur de carte auquel est asservi le pilote automatique du bateau.

Pour ce faire, nous reportons ces points créés sous *AutoCAD* sur des cartes *marines* : les cartes du *Service Hydrographique et Océanographique de la Marine*. Pour les traceurs de cartes, il existe des versions vectorisées des cartes SHOM, les cartes *Navionics*. Puis un logiciel dédié, *Navplanner* permet d'insérer les étapes directement sur ces cartes. Ensuite, nous affinons ce tracé suivant des critères de sécurité et d'adaptation aux caractéristiques et aux performances du navire. Tout d'abord, il faut suffisamment de hauteur d'eau pour permettre la navigation ; on s'en assure en additionnant le tirant d'eau, c'est-à-dire la hauteur de la partie immergée du navire et le pied de pilote qui est la marge de sécurité estimée par le capitaine. Dans certains cas, le tracé dévie vers le large pour garantir une navigation dans des eaux saines. Nous sommes également confrontés au risque que représentent des rochers ou les hauts-fonds qui ne sont pas indiqués sur *HistoLitt*®, en raison de leur faible taille, mais qui nous auraient sûrement envoyés par le fond. Fort heureusement, la carte SHOM répertorie le moindre écueil. Ainsi, le tracé peut être méticuleusement vérifié pour s'assurer qu'aucun danger ne subsiste.

Il faut également être attentif aux largeurs disponibles entre les rochers pour déterminer si le bateau peut passer entre ou s'il doit se dérouter. Enfin, pour permettre une navigation souple et une prise de vue confortable, le bateau ne devant pas changer de direction trop rapidement, le tracé ne doit être constitué que d'angles suffisamment obtus. Il faut adoucir les angles trop fermés en intercalant quelques points de passage intermédiaires.

Finalement, le chemin obtenu est constitué de 2 054 *waypoints*. Deux tracés complémentaires sont créés autour des îles Cavallo



La baie de Girolata, sous des conditions météo assez peu conformes à ce que l'imagination populaire colporte.

et Lavezzi et autour de l'île de la Giraglia. Une fois les étapes intégrées dans la carte *Navionics*, les routes sont sauvegardées sur une carte mémoire que le traceur de carte du bateau exploitera.

La détermination de l'axe optique

Pour localiser avec précision la position du littoral en train d'être filmé, il faut connaître la position du bateau et l'axe de la caméra. L'axe de la caméra n'est pas constant par rapport à l'axe de navigation du bateau. Il est modifié en permanence par l'opérateur de façon à réguler la vitesse de défilement de la côte à l'image. D'autre part, l'axe de navigation du bateau est lui-même soumis à des variations destinées à compenser les dérives dues au vent et au courant.

Puisqu'il est impossible d'établir une relation constante entre l'axe de navigation du bateau et l'axe de la caméra, nous ne pouvons déduire l'axe optique de la caméra de la route suivie par le bateau et nous devons utiliser un système de détermination de l'axe de visée de la caméra indépendant de la marche du bateau. Calculer l'axe optique de la caméra a pour but principal de connaître le point visé lors de la prise de vue. En effet, connaissant la position de la caméra, les coordonnées du trait de côte et l'axe de visée, on peut en déduire le géoréférencement du trait de côte au centre de la photo.

Pour déterminer cet axe, nous utilisons une centrale inertielle qui nous donne l'azimut entre le nord magnétique et la direction visée. Elle permet de calculer l'évolution du vecteur vitesse et de l'attitude d'un objet en mouvement par l'intermédiaire de gyroscopes, d'accéléromètres et de magnétomètres. L'attitude se caractérise par le tangage, mouvement d'avant en arrière, le roulis, mouvement de gauche à droite, et le lacet, mouvement autour d'un axe vertical. Il s'agit donc de l'orientation des axes de l'objet dans un trièdre de référence. Le tangage devient alors le mouvement autour de l'axe Y, le roulis autour de l'axe X et le lacet autour de l'axe Z. La centrale utilisée pour l'expédition est la centrale inertielle *MTi* de *Xsens*.

Le géo-référencement des images

Dans le cadre de la conception d'un SIG, la précision souhaitée sur le positionnement est métrique. Pour cela, nous utilisons le mode de positionnement par DGPS en temps réel, de manière à obtenir les coordonnées de la position de la caméra instantanément. Le géoréférencement de la caméra s'effectue par l'intermédiaire d'un récepteur GPS type L1 *Waas/Egnos*, dont la précision avoisine les 90 cm en mode DGPS, ce qui est suffisant pour l'utilisation finale qui sera faite du produit. Celui-ci est directement

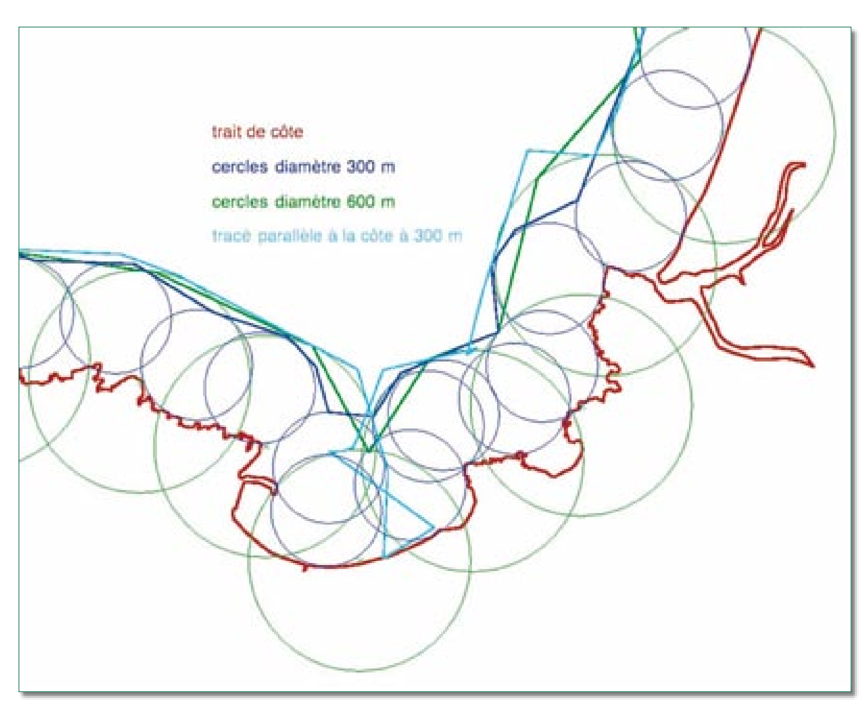


Illustration des calculs réalisés pour définir la trajectoire du bateau (voir texte).

intégré à une centrale de synchronisation de données de marque *Trinity*, dont l'antenne GPS est installée sur un mât placé au plus haut du bateau, pour éviter les masques formés par le toit du *roof*. En sécurité, le géoréférencement des images provenant de l'appareil photo est doublé par un récepteur GPS prévu pour intégrer directement les informations de positionnement, d'axe optique et de datation dans les métadonnées des images.

Heureusement que nous avons pris la précaution de multiplier les sources de géoréférencement. En effet, au cours des essais réalisés à Girolata pendant la première semaine d'expédition, les données des deux centrales inertielles sont comparées et semblent parfaitement cohérentes. Or, après deux jours de tournage en mer, les instruments fournissent des informations différentes : les valeurs de la centrale *MTi* sont complètement erronées alors que celles du compas de l'appareil photo sont correctes. Après quelques tests, nous constatons que le décalage entre les deux n'est pas constant : il faut donc chercher la cause de ce dysfonctionnement.

Tout d'abord, la centrale *MTi* est très sensible à la présence du compas : lorsqu'on l'approche, le lacet est immédiatement décalé de plusieurs degrés ; nous décidons donc de modifier le montage initial des instruments pour limiter les interférences magnétiques : la centrale *MTi* est éloignée à plusieurs mètres du compas. En outre, l'étude approfondie du manuel d'utilisation nous apprend que la centrale peut effectivement être déviée par des masses magnétiques présentes dans son environnement : soumettre l'instrument à un champ magnétique important ne le détériore pas, mais altère l'étalonnage des magnétomètres, ce qui se traduit par une déviation du cap. Les masses métalliques du bateau, à une échelle moindre, peuvent également être une cause de la déviation magnétique imposée à la centrale.

Subissant la loi des séries, alors que nous regagnons Calvi pour une escale forcée consacrée au calage des instruments, le moteur tribord s'arrête. Emmanuel Maincent, l'ingénieur du son, Peter Bracht, responsable du matériel et Jean-Marie Séïté, directeur de l'expédition, se transforment en mécaniciens diésélistes. Le réservoir tribord est vide, sa jauge de carburant a rendu l'âme. Ils basculent l'alimentation sur le deuxième réservoir, mais la pompe du moteur est désamorcée. Pendant plusieurs heures, les trois mécaniciens improvisés œuvrent



Les waypoints, points de passage, sont calculés par ordinateur puis injectés dans le système de pilotage automatique du bateau.

dans le compartiment moteur, l'odeur du gasoil envahit le bateau. Il est tard quand la réparation s'achève et que nous accostons enfin au port de Calvi.

Le matin, tandis que nous subissons notre premier contrôle des services des douanes, Mélanie Thomas, l'ingénieur topographe, prend contact avec un ingénieur de *Cadden*, revendeur de la centrale inertielle. Il lui conseille d'étalonner la centrale de manière à ce qu'elle prenne en compte les perturbations électromagnétiques induites par les autres instruments et par la présence de masses métalliques à bord du bateau ; de plus, il lui recommande de paramétrer un scénario d'utilisation de la centrale pour qu'elle tienne davantage compte de l'utilisation qui en est faite et adapte les informations qu'elle transmet.

Pour calibrer l'équipement, Mélanie le place dans des conditions équivalentes à celles des mesures, et le fait pivoter dans un maximum d'axes possibles, ce qui lui permet d'estimer les différentes perturbations en fonction de sa position. En ce qui concerne le type de scénario, il en existe cinq : deux scénarios *human*, adaptés à des manipulations en environnement intérieur ; deux scénarios *machine*, convenant à des déplacements variés assez lents sur une longue période d'observation ; enfin, un scénario *marine* précisément conçu pour des mouvements lents, de type bateau. Notre choix s'est donc évidemment porté sur ce dernier. Une fois tous ces configurations et étalonnages réalisés, la centrale produit à nouveau des informations correctes.



Les antennes, que l'on distingue sur ce contre-jour, sont positionnées au plus haut point du navire pour éviter les masques.

Pourtant, il suffira de quelques jours pour que son cap se trouve à nouveau dévié. Fort heureusement, le compas de l'appareil photo, qu'Alberto Martinez, le photographe, avait pris la précaution d'étalonner à l'observatoire de Paris avant le départ, nous permettra de déterminer l'axe optique des appareils de prise de vue, avec cependant un niveau de fiabilité moindre.

```
Start 19/05/2010 05:08:14 - End 19/05/2010 05:18:23

Type  Time  Data
IMU   248   $PRDID,-0.89,0.84,65.51*6E
GPS   021   $GPGGA,050815.00,4135.90163,N,00922.37566,E,2,10,0.8,8.73,M,44.76,M,2,0120*55
GPS   028   $GPZDA,050815.00,19,05,2010,+00,00*4A
IMU   248   $PRDID,-2.27,0.36,67.00*6F
GPS   022   $GPGGA,050816.00,4135.90028,N,00922.37488,E,2,10,0.8,8.76,M,44.76,M,1,0120*5F
GPS   029   $GPZDA,050816.00,19,05,2010,+00,00*49
IMU   248   $PRDID,-0.68,-0.21,68.51*4E
GPS   024   $GPGGA,050817.00,4135.89894,N,00922.37414,E,2,10,0.8,8.66,M,44.76,M,1,0120*5D
GPS   031   $GPZDA,050817.00,19,05,2010,+00,00*48
IMU   248   $PRDID,-0.71,1.11,69.72*69
GPS   025   $GPGGA,050818.00,4135.89762,N,00922.37337,E,2,10,0.8,8.72,M,44.76,M,1,0120*57
GPS   032   $GPZDA,050818.00,19,05,2010,+00,00*47
IMU   248   $PRDID,-1.92,1.29,70.25*64
GPS   022   $GPGGA,050819.00,4135.89614,N,00922.37270,E,2,10,0.8,8.85,M,44.76,M,2,0120*5F
GPS   029   $GPZDA,050819.00,19,05,2010,+00,00*46
IMU   247   $PRDID,-0.29,-0.10,71.27*40
GPS   023   $GPGGA,050820.00,4135.89464,N,00922.37192,E,2,10,0.8,8.70,M,44.76,M,1,0120*56
GPS   030   $GPZDA,050820.00,19,05,2010,+00,00*4C
IMU   247   $PRDID,-1.46,1.70,72.23*65
GPS   024   $GPGGA,050821.00,4135.89307,N,00922.37110,E,2,10,0.8,8.70,M,44.76,M,1,0120*57
GPS   031   $GPZDA,050821.00,19,05,2010,+00,00*4D
```

Exemple de fichier brut fourni par la centrale inertielle Trinity de Cadden.

Une datation commune

Le DGPS délivre des informations en temps continu. En revanche, la centrale inertielle restitue des informations sous forme d'une ligne de calcul indiquant l'angle entre le nord magnétique et l'axe de la caméra à une fréquence programmée entre 25 et 100 hertz. La caméra enregistre 24 ou 25 images par seconde et l'appareil photo une image toutes les quinze secondes. Ne pouvant synchroniser ces éléments, nous décidons d'utiliser l'heure UTC comme horloge commune, afin de savoir avec précision à quelle image et à quelle position donnée par le DGPS correspond l'axe optique calculé par la centrale inertielle. Les données de chaque instrument sont ainsi datées simultanément.

D'autre part, pour chaque image, nous devons connaître la direction de l'axe de la caméra ainsi que la position de celle-ci au moment de la prise de vue. C'est la centrale *Trinity* de *Cadden* qui effectue ces opérations de synchronisation partielle. Cela nécessite l'écriture d'un programme en *Visual Basic*, qui sélectionnera les informations utiles (latitude, longitude, tangage,



Exemple de géoréférencement d'une image : les coordonnées spatio-temporelles ainsi que le cap sont incrustés dans la prise de vue.

roulis et lacet) et les organisera dans un tableau en fonction de l'heure UTC afin de les associer aux données de la caméra et de l'appareil photo.

Le matériel de prise de vue

L'appareil photo utilisé est un appareil *reflex* numérique professionnel, le *Nikon D300*, équipé d'un capteur CMOS au format DX de 12,3 millions de pixels, ce qui donne des images d'excellente qualité. Cet appareil présente l'avantage supplémentaire de pouvoir travailler en format *RAW* : chaque image est donc enregistrée sous sa forme brute (issue directement du capteur) pour retouche ultérieure. Grâce à sa fonction de télécommande, le boîtier peut être piloté depuis un ordinateur, les déclenchements se font donc automatiquement à intervalles de temps réguliers ; en outre, il peut recevoir un module comprenant un GPS, un compas et une datation des images en temps universel. Enfin, son châssis tropicalisé en alliage de magnésium est très résistant et permet de travailler en toute sécurité sur un bateau sans craindre l'humidité.

La caméra employée pour la prise de vue est *une caméra XH G1s de Canon*. Cette caméra présente plusieurs caractéristiques intéressantes : elle pèse moins de trois kilogrammes, enregistre les images en haute définition et dispose d'une fonction *timecode*, qui facilite grandement le montage des séquences. Enfin, si d'ordinaire l'enregistrement des images s'effectue sur des cassettes *mini-DV* de soixante minutes, il est également possible de transférer en temps réel les images pleine résolution (1920 x 1080) vers un ordinateur par l'intermédiaire d'un connecteur *IEEE 1394 (Firewire)*. Cette option nous est précieuse puisque nous pouvons ainsi tourner plusieurs heures en continu et acquérir des images natives non dégradées par le transfert depuis la cassette dans le logiciel *Apple Final Cut Pro*.

La stabilisation des images

La prise de vue depuis un bateau en mouvement présente plusieurs difficultés, notamment la stabilisation d'images : de forts mouvements peuvent rendre l'image très désagréable à regarder et peu compréhensible. Lors des tests de novembre, nous avions pu mesurer la complexité des problèmes à résoudre pour obtenir une bonne stabilité des prises : quand la caméra est fixée sur le pont, elle devient très sensible aux vibrations des moteurs et aux mouvements du bateau ; quand elle est portée par le cameraman, l'effort réalisé pour compenser les mouvements



Alberto, le photographe, en plein essai du support stabilisé. On distingue les gyroscopes attachés au « plancher » de la structure. Cliché : Mélanie Thomas

du navire devient rapidement épuisant, le temps de tournage s'en trouve réduit drastiquement. Il faut donc que la caméra ne soit ni portée par l'opérateur, ni solidaire du bateau.

Nous avons opté pour l'utilisation d'une armature en aluminium qui sert de support des platines pour la caméra, l'appareil photo et la centrale inertielle, cette structure se trouvant suspendue à la structure principale du bateau pour soulager le cameraman sans être soumis aux vibrations. Pour la stabilisation en position horizontale, nous avons étudié plusieurs systèmes, et conclu que la solution la plus appropriée passe par un gyroscope, qui compense de manière assez satisfaisante les effets de la houle sur le bateau. Cependant, il n'agit que dans une seule direction. Pour contrer les effets du tangage et du roulis, il faut donc en associer deux et les orienter selon des axes perpendiculaires, sachant qu'un gyroscope stabilise environ jusqu'à deux fois son propre poids.

Le montage, une fois tous les éléments installés, pèse six kilogrammes, par conséquent deux gyroscopes d'un kilogramme et demi chacun suffiront. Leur mécanisme est protégé par une coque de tungstène, idéale pour les conditions de tournage sur le bateau. L'alimentation électrique s'effectue soit directement sur du 12 volts continus, soit au travers d'un transformateur-redresseur branché sur le 220 volts alternatifs. C'est cette dernière solution qui est retenue en raison de la durée de tournage bien trop grande pour l'autonomie des batteries. Néanmoins, nous conservons toujours les batteries chargées en secours.

Au démarrage, il faut prévoir sept à dix minutes d'attente sans bouger les gyroscopes avant qu'ils atteignent leur vitesse nominale, de même qu'à l'arrêt, il faut leur laisser le temps de ralentir progressivement avant de les déplacer. La position des gyroscopes sur la platine influe fortement sur leur capacité de stabilisation : après plusieurs essais de montage, nous remarquons que, selon leur position, ils n'agissent pas de la même façon : le maximum d'efficacité est obtenu lorsqu'on les attache au point le plus bas de l'installation, là ou l'amplitude des mouvements est la plus grande. De haut en bas, prennent place l'appareil photo et la centrale inertielle *MTi*, puis la caméra et enfin les gyroscopes, tous fixés sur et sous deux platines superposées portées par l'armature.



La citadelle de Bonifacio depuis la mer.

Le système de fixation au bateau présente un nouveau défi. Nous avions réalisé des tests à Paris avant le départ : dans un premier temps, l'ensemble est attaché à une rotule. Or, dans ce cas de figure, la stabilisation ne fonctionne pas correctement car les frottements au niveau de la rotule entravent l'action des gyroscopes. La recherche du montage le plus efficace donne lieu à des débats passionnés, des spéculations hasardeuses sur des questions de statique, voire même des velléités de calcul du moment d'inertie de l'ensemble… Finalement, c'est Peter avec son œil exercé de



L'obligation de prendre des clichés en condition de lumière rasante donne aux images une coloration chaude et un ombrage important, qui souligne les irrégularités du relief.



L'équipe de France 3 au travail.

sculpteur, habitué à travailler sur l'équilibre des formes, qui nous donne la solution en remplaçant la rotule par une simple corde. La liberté de mouvement de l'ensemble étant rétablie, les gyroscopes peuvent véritablement agir pour maintenir l'ensemble en position d'équilibre.

La période de tournage

Le choix de la période de tournage répond à trois critères : la transparence de l'air qui permet de réaliser des images nettes avec une grande profondeur de champ ; des journées longues pour augmenter l'amplitude du temps de tournage ; une météo favorable. La meilleure période pour la qualité de la lumière s'étend du mois d'octobre au mois de mai ; en été, l'évaporation liée à la chaleur estivale trouble l'air et grise les paysages. Par ailleurs, la durée du jour culmine entre avril et septembre. On en déduit que les mois d'avril et de mai répondent aux deux critères précédents, mais, au regard des statistiques météorologiques, le mois de mai est beaucoup plus favorable : nous embarquerons donc en mai. Les statistiques restant des statistiques, nous verrons par la suite que les conditions météo se sont révélées beaucoup plus mauvaises que prévu.

En raison des contraintes de luminosité, le tournage ne peut pas s'effectuer tout au long de la journée : à partir d'une certaine heure, lorsque le Soleil monte trop haut, la luminosité empêche l'obtention d'images nettes. Il faut donc privilégier les heures où la lumière demeure *« rasante »,* le matin tôt et le soir tard. D'autre part, afin d'éviter les contre-jours, il faut prendre garde à toujours garder le Soleil dans le dos, ce que les tours et détours de la côte ne nous permettent pas toujours. Certains clichés sont donc entachés de *flares*, artefacts lumineux qui apparaissent lorsqu'une forte source lumineuse pénètre directement dans l'optique, et qui se traduisent par des halos lumineux alignés. Malheureusement, la seule correction possible s'effectue image par image durant le post-traitement, ce qui est envisageable pour les photographies mais irréalisable pour la vidéo.

L'accumulation de tous ces facteurs fait que le temps de tournage journalier se voit ramené à quatre heures, situées soit en tout début de journée (sur la côte est) soit en fin de journée (sur la côte ouest). On peut alors déterminer le temps de tournage nécessaire : à une vitesse de dix nœuds (dix milles nautiques par heure), il faut environ quarante heures pour tout parcourir ; comme la fenêtre de tournage journalier plafonne à quatre heures, il faut prévoir dix jours de tournage. Compte tenu des aléas météorologiques et des pannes techniques ou mécaniques attendues, nous décidons de doubler le temps alloué : le tournage va donc s'étaler sur un mois complet, du 1er au 30 mai 2010. Cet intervalle, qui nous semblait confortable, se révèle finalement juste suffisant. Nous allons, en effet, rencontrer des difficultés considérables, liées aux conditions météorologiques exécrables de ce mois de mai 2010.

Bien que le tour de Corse fût théoriquement réalisable en dix jours, il va durer finalement plus de trois semaines. Nous sommes face à une situation météorologique complexe : une dépression centrée au Sud de la Corse remonte alternativement sur la côte est puis sur la côte ouest, nous obligeant à recaler notre agenda jour après jour. La tempête du début mai nous empêche tout simplement de prendre la mer, nous sommes bloqués à Girolata pendant six jours. Plus tard, des trombes d'eau nous contraignent à trois jours d'inactivité dans le vieux port de Bastia où, amarrés à côté du bateau des douaniers, nous subissons un nouveau contrôle ! Nous devons même nous résoudre à faire demi-tour, pris dans une nappe de brouillard au nord du Cap corse.

Lorsque le ciel se dégage enfin, il laisse derrière lui une mer creusée : impossible de tourner ! Finalement, durant ce mois, nous n'aurons que sept jours de conditions idéales. Le reste du temps, nous nous précipitons dans les brèves périodes de beau temps que nous indique Pierre Verger, notre routeur météo, mais qui ne

nous autorisent souvent qu'une heure ou deux de tournage pour toute la journée. En dépit de notre système de stabilisation, la forte houle résiduelle nous oblige parfois à reprendre des séquences entières pour obtenir des images acceptables, quand, accentuée par le vent, elle ne dépose pas des embruns sur les objectifs, nous obligeant à faire des boucles avec le bateau pour pouvoir nettoyer les optiques avant de reprendre notre route.



Ce tour de Corse était aussi l'occasion de rencontrer et d'interviewer des personnalités liées au littoral, au plan économique, scientifique ou littéraire.

Les sauvegardes

La conservation des images nous conduit à prendre des précautions multiples. À l'acquisition, les images sont enregistrées simultanément sur les disques durs des ordinateurs et sur des disques durs externes. Les sauvegardes externes sont réalisées en temps réel sur des boîtiers 3,5 pouces auto-alimentés. Tous les éléments de la chaîne d'acquisition d'images disposent de batteries de secours afin que, en cas de panne de l'alternateur 220 volts, ils puissent fonctionner de façon autonome pendant un certain temps. Précaution qui se révèlera justifiée puisque nous sommes effectivement victimes une panne de générateur : lors de la tempête de Girolata, des débris d'algues obstruent la crépine d'aspiration d'eau de mer du système de refroidissement. La turbine de la pompe se met à tourner à vide, s'échauffe et les ailettes fondent ; la réparation nécessite son remplacement. Tandis que Manu, Peter et Jean-Marie s'affairent à réparer, Dominique Spinosi, la réalisatrice de *France 3* Corse et Thierry Guespin le chef opérateur, partent à *Ajaccio* pour chercher une pièce de remplacement. Le délai d'approvisionnement de la nouvelle turbine et son remplacement nous prive d'électricité pendant trois jours.

Mais nos ennuis ne s'arrêtent pas là, nous rencontrons également quelques difficultés avec *Final Cut Pro*, le logiciel de traitement des images vidéo. Au cours de la capture, celui-ci cesse parfois inopinément d'enregistrer les images, sans afficher un quelconque message d'alerte. Lors du premier incident, nous perdons plusieurs heures d'images et devons faire demi-tour pour recommencer le travail. Échaudés, nous décidons ensuite de découper le tournage en séquences d'une heure pour ne pas avoir à faire de trop longs retours en arrière en cas de coupure du logiciel. Devant le sémaphore de la Chiappa, le *bug* se manifeste deux fois de suite et nous contraint à autant de retours en arrière. Ces allées et venues éveillent la curiosité des vigies qui, intriguées par nos manœuvres, demandent à la gendarmerie maritime de nous contrôler.



Le phare et radio-phare moderne du Giraglia côtoient une ancienne tour de guet génoise, caractéristique du littoral corse.



Installations ostréicoles au large du littoral.

La vedette quitte immédiatement *Ajaccio* avec quatre hommes à bord pour nous intercepter dans la passe des bouches de Bonifacio. Ils nous suspectent d'être des chasseurs d'épaves ! Ignorant la manœuvre, nous continuons à longer la côte parsemée d'écueils et de dangers, confiant dans la qualité de nos instruments de navigation. En fin de journée, nous arrivons tranquillement à Bonifacio et sommes rejoints à quai par la vedette des gendarmes. À notre insu, nous avons semé leur bateau pendant la traversée des Bouches en prenant le chemin des écoliers à trois cents mètres de la côte au milieu des cailloux ! Ce n'est qu'après un énième contrôle des papiers du bateau et de l'équipage, puis une nouveauté, l'inspection minutieuse de nos coques par un plongeur sous-marin, que nous pourrons profiter d'un apéritif de réconciliation puis de la vieille ville.

La mise au point des instruments de prise de vue

Notre première navigation jusqu'à Girolata, point de regroupement des membres de l'expédition commence sous les meilleurs auspices, mer belle et ciel bleu. Cela ne dure que quelques heures. Le ciel se couvre, le vent se lève et la mer grossit ; les embruns balaient le pont du bateau, nous nous réfugions dans le poste de pilotage du carré. Le bateau *« plante des pieux »* dans une mer croisée en naviguant à vitesse réduite : la navigation, qui devait durer cinq heures, en prendra douze. Arrivés à Girolata, le mauvais temps dure encore plusieurs jours. Nous sommes bloqués à quai, ou plutôt entre deux quais, puisque nous nous sommes amarrés à mi-distance entre deux pontons : la houle secoue tellement dans le port que nos pare-battage, écrasés entre le bateau et le quai, explosent les uns après les autres. Du navire, nous assistons au sauvetage puis au remorquage d'un voilier drossé à la côte après la rupture de son corps-mort. Pourtant, toutes ces difficultés n'entament pas le moral de l'équipage et nous mettons à profit notre immobilisation forcée pour préparer le tournage.

Nous avions prévu d'équiper l'appareil photo d'une focale dite *« normale »*, de manière à avoir une perspective proche de la vision humaine. L'angle de champ envisagé était alors de 45°. Sur site, confrontés à des reliefs abrupts, nous avons dû modifier notre choix initial pour une optique grand angle de 70° de manière à embrasser tout le paysage en conservant l'éloignement de trois cents mètres. Enfin, pour avoir un recouvrement suffisant entre chaque image, Alberto a programmé la cadence de prise de vue à une image toutes les quinze secondes.

Pour la caméra, lors des essais, il avait été décidé de ne pas utiliser de grand angle, car cela créait trop de déformations en périphérie de l'image. Malgré ces précautions préliminaires, la visualisation de certaines séquences vidéo révèle des problèmes de cadrage : le cadre doit être ajusté de manière à positionner le trait de côte au premier tiers de l'image. Or, à trois cents mètres de la côte, quelques sommets sortent de l'image. Nous décidons de reprendre ces passages au relief très prononcé, notamment au Capo Senino entre Porto et Girolata. Lors de ces reprises, la distance à la côte est portée à six cents mètres, pour être certains de filmer l'intégralité du paysage. Le réglage automatique de l'iris pose un problème supplémentaire : il risque, si la luminosité varie brusquement, de provoquer des phénomènes de pompage (oscillations), ce qui conduirait à une séquence d'images successivement sur- puis sous-exposées. Nous privilégions donc un réglage manuel grâce auquel Antonin Richard, l'opérateur vidéo, peut fluidifier les changements de luminosité.

Le clap

Au cours du tournage, trois domaines différents doivent être associés : le géoréférencement, la photographie et le film. Pour synchroniser les instruments, nous réalisons un *clap* de départ sur lequel figurent le lieu, le numéro de séquence et la date. De la même manière, un *clap* de fin permet d'arrêter simultanément tous les instruments. Après quelques essais, Peter deviendra le *clapman* attitré.



La Corse regorge de monuments, dont certains remontent jusqu'au Néolithique voire avant.

L'équipe de télévision et les rencontres

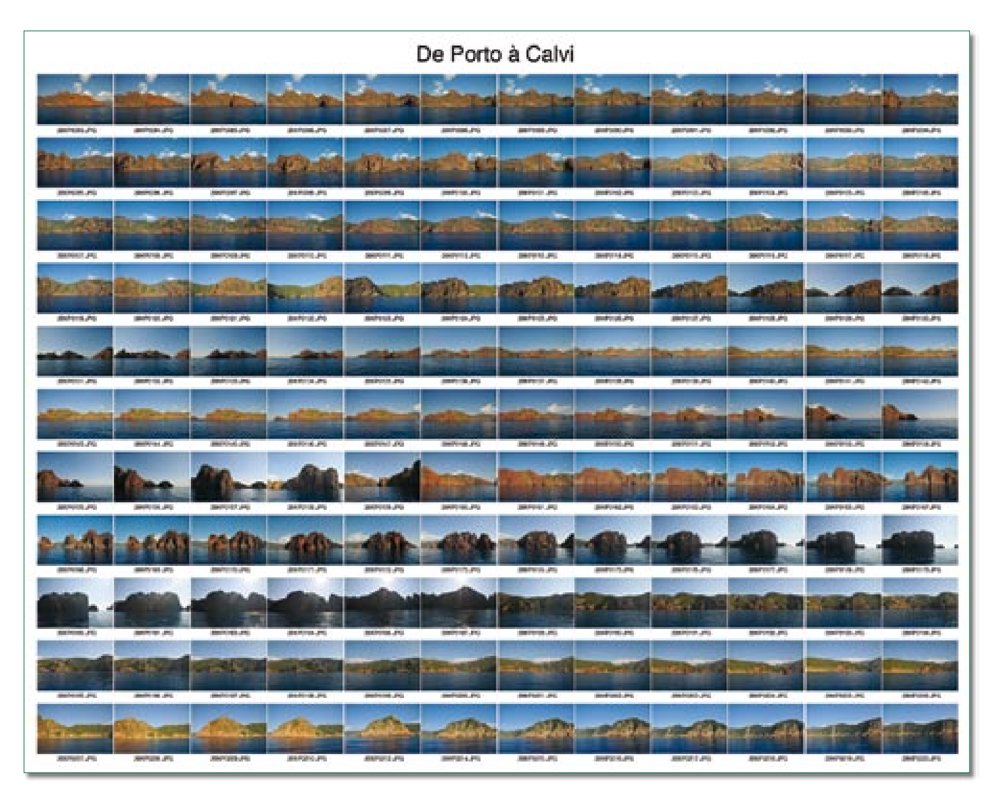
Pendant tout le mois de tournage nous avons été accompagnés par une équipe de télévision de *France 3* Corse, composée d'une réalisatrice, d'un caméraman et d'un ingénieur du son qui, chaque jour, filmaient l'équipe de *Kalliste Peripli* au travail. Les séquences étaient souvent rejouées plusieurs fois : un son parasite, un nuage qui cache le soleil, un bafouillage et c'est tout le plan qui est à refaire. Parfois, les circonstances deviennent franchement comiques : ainsi, lorsqu'Éric Cappy, le capitaine du bateau d'assistance, et Jean-Marie s'engagent dans le grau de l'étang de Diana pour rejoindre Bernard Pantalacci, l'ostréiculteur, c'est un couple de nudistes qui fait irruption sur la plage ! Ces scènes jouées et rejouées sont l'occasion de fous rires inextinguibles. Par leur présence à bord, ils ont largement contribué au plaisir de la navigation et les *fiadoni* de Dominique nous ont soutenu le moral aussi sûrement que le *carco* d'Antoine Arena.

France 3 a surtout réalisé un passionnant film documentaire de cinquante-deux minutes et dix séquences de quatre minutes. Ce carnet de voyage, diffusé dans le journal d'information télévisé de dix-neuf heures, a été l'occasion de présenter l'expédition, mais aussi une série de rencontres avec des femmes et des hommes qui vivent ou travaillent sur le littoral corse. Ils exercent des métiers divers : historien, géographe, ostréiculteur, botaniste, linguiste, géologue et biologiste marin et partagent une même passion pour ces espaces. Leur rencontre a nourri notre soif de connaissances, tout en enrichissant nos bases de données.

Chaque intervenant nous a délivré des informations précieuses touchant à son domaine. Alain Gauthier, géologue et président du conseil scientifique de la réserve de *Scandola*, nous a convaincu d'enrichir notre SIG d'une base de données concernant les types de roches visibles sur nos photographies ; Roger Miniconi, docteur en océanographie et docteur ès lettres, qui nous a autorisé à puiser dans son livre de toponymie corse. Ces rencontres illustrent la complexité du milieu littoral et le fait que la protection passe par la connaissance, qu'elle soit historique avec Michel Vergé-Franceschi et Roger Miniconi, paysagère, avec Alain Gauthier et Fernand Verger, ou ciblée sur la faune et la flore avec Bernard Pantalacci, Marie-Laurore Pozzo di Borgo, Michel Serrera et Pierre Lejeune. À les entendre et à parcourir le littoral en leur compagnie, l'état des lieux réalisé par l'expédition prend tout son sens. On protège ce que l'on aime et on aime ce que l'on connaît.

Les lieux remarquables

Les photographies sont insérées dans un système d'information géographique qui intègre des éléments de réalité augmentée tels que cartes, fiches d'informations sur



Exemple de planche contact réalisée au cours d'une séance de prise de vue. Ici, les calanques de Piana.

les sites et les monuments, plans ou séquences filmées qui se superposent à l'image. Ce SIG rend compte de l'état du littoral du point de vue environnemental, patrimonial et de ses équipements. Pour les intégrer nous avons effectué un recensement de tous ces éléments :

✶ Les sites archéologiques, qui sont à la fois une source de mémoire collective et un instrument d'études scientifiques et historiques ;

✶ Les monuments historiques, figures emblématiques du patrimoine, au rang desquels les tours génoises nous ont semblé mériter un chapitre spécifique, car bâties sur des plans types, elles sont une entité architecturale cohérente et un exemple extraordinaire de tentative de contrôle du littoral par la mise en réseau de bâtiments ;

✶ Les sites classés ou inscrits qui bénéficient de protections particulières ;

✶ Les phares et balises qui permettent aux navires de se repérer et de signaler la position des zones dangereuses ;

✶ *Les sémaphores*, tours génoises modernes chargées de surveiller les approches maritimes et de signaler toute activité ennemie.

D'autre part, la vie du littoral nécessite la création d'aménagements : ports de pêche, de plaisance ou encore de commerce. Récemment, l'essor de la navigation de plaisance et de la plongée sous-*marine* a multiplié le nombre de mouillage des navires le long de la côte. Pour répondre à cette demande, des zones de mouillages organisées assurent aux plaisanciers des escales sécurisées dans des milieux *« à l'état naturel »*. Elles sont généralement situées dans des zones sensibles d'un point de vue paysager et en présence d'écosystèmes benthiques d'importance écologique élevée.

L'Île de Beauté, qui possède sa propre langue et donc ses propres toponymes, doit sa forme à une succession de caps, de pointes, de golfes et de plages que nous avons répertoriés. Chaque nom de lieux est identifié à la fois en langue française et en langue corse. Issus de la tradition orale, les toponymes corses sont beaucoup plus nombreux que leurs traductions officielles. Au long du littoral, nous avons dénombré 472 lieux nommés sur les cartes SHOM et presque deux mille dans l'ouvrage *Les noms de lieux en Corse* de Roger Miniconi, soit quatre fois plus.

La Corse ne se résume pas à une bande littorale, elle est montagne avant d'être côte : c'est l'île la plus élevée de toute la Méditerranée, *« une montagne dans la mer »,* qui culmine à 2 710 mètres d'altitude (au Monte Cinto). Aussi, les monts et sommets les plus importants visibles depuis la mer ont été répertoriés.

L'environnement littoral, précieux et fragile, nécessite des mesures de protection à l'échelle de l'île. C'est pourquoi, les réserves naturelles sont toutes regroupées dans un même ensemble appelé *Réserves Naturelles de Corse*. Son objectif est de garantir le maintien des écosystèmes sensibles : par exemple, la sanctuarisation des îlots dispersés sur le pourtour de la Corse permet une meilleure préservation des colonies d'oiseaux marins menacés, en préservant le choix de leur site de nidification selon les réserves alimentaires ou les conditions météorologiques, ce qui ne serait pas possible par la protection d'un unique refuge, d'où l'intérêt du réseau de réserves naturelles.

Des espaces protégés complètent ce dispositif ; elles se superposent parfois jusqu'à en rendre la compréhension difficile : les ZNIEFF *(Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique)* et les zones *Natura 2000*, un réseau européen de sites naturels ou semi-naturels. Cette volonté de mettre en place un réseau européen découle du constat évident que les espèces animales et végétales ne tiennent pas compte des limites administratives. Néanmoins les limites naturelles de la Corse sont suffisamment marquées pour s'interroger sur le bien-fondé de l'application, ici, de cette politique transfrontalière.

De nombreux terrains ont fait l'objet d'acquisition en vue de leur protection. Propriétaire de plus de 20 % du littoral corse, le *Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres* est un établissement public français créé en 1975. Il réalise des acquisitions foncières dans le but de protéger de manière définitive des rivages maritimes et lacustres.

Ces cinq mille éléments répertoriés et classées, nous les avons géoréférencées à l'aide du *Géoportail* de l'IGN, en *Lambert 93*, puis intégrés dans des fichiers *Excel* pour pouvoir ensuite les ajouter dans le SIG.

Traitement des données

À la fin du tournage, nous disposions de quarante séquences et cinquante-trois heures de film. La première étape du traitement d'images consiste à affecter un nouveau *timecode* à l'ensemble des séquences. La caméra ayant le sien, il faut que celui du film soit cohérent avec ceux des photos et des données de géoréférencement qui utilisent l'heure UTC.



Visualisation de la vidéo géolocalisée dans le logiciel iMovie d'Apple.

La manipulation consiste donc à utiliser l'heure UTC en temps que *timecode*. Ensuite, la capture de la caméra débutant avant le *clap* de départ pour des raisons techniques, il faut calculer l'instant exact du *clap* de manière à couper la partie de film précédent celui-ci, laquelle n'a aucune donnée de géoréférencement associée (le géoréférencement débute au moment du *clap*). Une fois le *timecode* UTC attaché à toutes les séquences, une étape de sauvegarde est nécessaire, compte tenu du risque de perte de données.

La deuxième étape effectue un montage des séquences en séquences cohérentes d'un point de vue temps, paysage et image. Au préalable, il faut éliminer tous les doublons et les boucles ; ensuite, les images des *claps* sont également effacées. On peut alors procéder à un calcul du temps complet de tournage et effectuer le découpage en séquences. En parallèle, il faut vérifier que les données de géoréférencement sont intégrables dans les métadonnées des images pour faciliter la création du SIG. Enfin, toutes les séquences doivent être raccordées, dans l'ordre du

Les membres de l'expédition

Jean Marie Séïté : architecte DPLG, urbaniste ENPC, Capitaine 200. Professeur d'urbanisme et d'aménagement durable à l'ESGT. Gérant de la société *Éco-Terre-Développement* qui a financé l'opération. Il est à l'initiative du projet, il dirige l'expédition et a la responsabilité du navire et de la sécurité des passagers.

Peter Bracht : artiste sculpteur. Il est responsable des installations techniques et de la coordination des opérations.

Éric Cappy : capitaine 200, directeur-gérant de la société de promenade en mer *Galéria Marina*.

Il a la responsabilité du navire d'assistance et de la sécurité des passagers.

Alberto Martinez : photographe. Il gère les problèmes techniques liés à la réalisation des photos.

Antonin Richard : élève en BTS *« métiers de l'image »*. Il est l'opérateur prises de vues et responsable de l'acquisition des images vidéo.

Mélanie Thomas : ingénieur géomètre topographe. Elle est en charge des problèmes de géoréférencement des prises de vues.

L'équipe embarquée de France 3 Corse

Dominique Spinosi, réalisatrice ; Thierry Guespin, chef opérateur ; Emmanuel Maincent, ingénieur du son.



L'équipage et l'équipe de France 3.

timecode, puis passées au traitement des images proprement dite, à savoir stabilisation, étalonnage et montage définitif.

Pour les quarante heures de film monté, nous avons plus de dix mille photos correspondantes. Contrairement au film, celles-ci ne constituent pas une unique séquence. En effet, malgré le recouvrement prévu, elles ne peuvent pas être fusionnées car elles ne sont pas prises du même point de vue. Pour réaliser une gigantesque image panoramique, il aurait fallu que le point de prise de vue soit identique et que le photographe pivote sur lui-même ; or, dans le cas présent, le point de prise de vue varie selon un mouvement transversal, un *travelling*. Donc, le premier plan ne cache pas toujours les mêmes parties de l'arrière-plan. En conséquence, les images ne peuvent être liées les unes à la suite des autres pour réaliser une vue panoramique continue.

L'avenir des images

Les équipes de *Kalliste Peripli* et d'*Éco-Terre-Développement* poursuivent le travail : les dix mille photographies, les quarante heures de vidéo en haute définition et les deux cents mille points de géoréférencement indiquant la position et l'orientation de l'appareil au moment de la prise de vue sont en cours de traitement.

Cinq mille photographies sont déjà en libre accès sur le site Internet de l'expédition : http://www.kallisteperipli.fr. À terme, toutes les images seront publiées. Elles seront complétées par la base de données des cinq mille points remarquables d'intérêt patrimonial ou environnemental. L'accès à ces données sera intégré aux photographies sous forme de réalité augmentée : les points seront incrustés sur les images et des liens permettront d'accéder à leurs fiches d'information. Les images vidéo seront étalonnées et compressées pour pouvoir être facilement diffusées. Un livre et une exposition itinérante présenteront l'inventaire réalisé.

En octobre 2010, le projet, soutenu par WWF, a été présenté au festival du vent à Calvi. À cette occasion, Yann Arthus-Bertrand nous confiait que son seul regret, face à ce travail formidable, était que cet inventaire n'ait pas été réalisé plus tôt afin que l'on puisse déjà se servir de nos images pour établir des comparaisons. C'est toute l'ambition du projet d'épargner ce regret aux générations futures.

Ce travail réalisé sur les 1 520 kilomètres du littoral Corse est un prototype. Il nous a permis d'affiner le contenu des bases de données, de valider le calendrier de la préparation et de l'exécution du projet, de mesurer les difficultés techniques et d'apprécier notre capacité à les résoudre. Désormais, nous pensons être capables d'élargir le projet à l'ensemble du littoral méditerranéen.

Sauf indication contraire, tous les clichés sont © 2010 *Alberto Martinez.* ❍

Chaque tour génoise a été géoréférencée. Les coordonnées, ainsi qu'un descriptif sommaire de l'état actuel du bâti, sont intégrés au SIG.